

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-285279

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

(21)Application number : 10-104074

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 30.03.1998

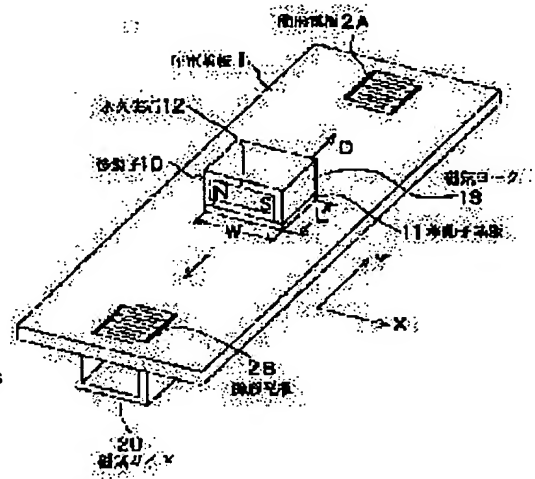
(72)Inventor : SHINOURA OSAMU

(54) ACOUSTIC WAVE ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive acoustic wave actuator which has superior linear drive characteristics, capable of reducing leakage flux to the outside, and has wide angle of applications.

SOLUTION: This actuator is provided with a drive source which uses an acoustic wave generated by applying voltage to an interdigital electrode 2A or 2B formed on the main surface of a piezoelectric substrate 1, a mover 10 coming into contact with the main surface and having a permanent magnet 12, and a magnetic guide 20 as a soft magnetic body linear drive guide for generating magnetic attraction force between the permanent magnet 12 and it, disposed at the back surface of the piezoelectric substrate 1, serves as the opposite surface to the main surface. The mover 10 involves a magnetic yoke 13 serving as a shield structure formed out of soft magnetic body, and the magnetic yoke 13 and the magnetic guide 20 form at least two parallel rows of guides acting as the magnetic yoke respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-285279

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 N 2/00

識別記号

F I

H 0 2 N 2/00

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-104074

(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月30日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋 1 丁目13番 1 号

(72) 発明者 篠浦 治

東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号ティー

ディーケイ株式会社内

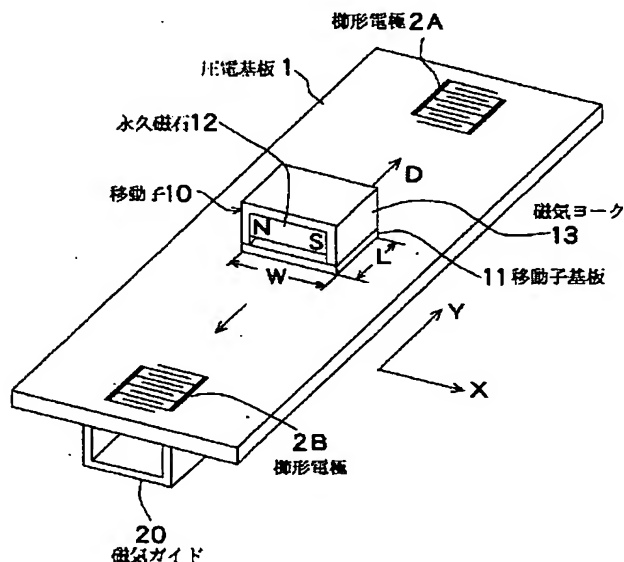
(74) 代理人 弁理士 村井 隆

(54) 【発明の名称】 弾性表面波アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 リニア駆動特性に優れ、外部への漏れ磁束が少なく応用範囲の広い安価な弾性表面波アクチュエータを提供する。

【解決手段】 圧電基板 1 の主面に形成された櫛形電極 2 A 又は 2 B に電圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源とし、前記主面に接触する移動子 1 0 が永久磁石 1 2 を有し、前記主面の反対面となる前記圧電基板 1 の裏面側に、前記永久磁石 1 2 との間で磁気吸引力を発生する軟磁性体リニア駆動ガイドとしての磁気ガイド 2 0 を配設している。さらに、前記移動子 1 0 は軟磁性体からなるシールド構造体としての磁気ヨーク 1 3 を有し、磁気ヨーク 1 3 と磁気ガイド 2 0 が、共に磁気ヨークとして作用する少なくとも 2 列の平行ガイド部を成している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電体の主面に形成された櫛形電極に電圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源とする弾性表面波アクチュエータにおいて、前記主面に接触する移動子が永久磁石を有し、前記主面の反対面となる前記圧電体の裏面側に、前記永久磁石との間で磁気吸引力を発生する軟磁性体リニア駆動ガイドを配設したことを特徴とする弾性表面波アクチュエータ。

【請求項 2】 前記移動子が軟磁性体からなるシールド構造体を有している請求項 1 記載の弾性表面波アクチュエータ。

【請求項 3】 前記シールド構造体と前記リニア駆動ガイドが、共に磁気ヨークとして作用する少なくとも 2 列の平行ガイド部を有している請求項 2 記載の弾性表面波アクチュエータ。

【請求項 4】 前記シールド構造体が、移動方向の長さ L と移動方向に直交する幅 W との比、 L/W が 0.5 以上の磁気ヨークを構成している請求項 2 又は 3 記載の弾性表面波アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高トルクでかつ高速移動が可能で位置決め精度の優れた弾性表面波アクチュエータに関する。各種の精密位置決め機構を必要とする精密機械に使用されるが、特に磁気ディスク、光ディスク等の高密度円盤状の記録媒体に情報の書き込み、読み出しを行うヘッドのトラック方向位置決めを行うマイクロアクチュエータに最適である。

【0002】

【従来の技術】固体の表面に発生するレイリー波は表面波であり、その表面の 1 点は楕円運動を行うため、上に載せられた物体を移動することが可能である。同様の進行波を用いた超音波モータは既に実用化されているが駆動周波数は数 kHz であり、トルクは大きい移動速度は小さかった。

【0003】これに対して「神奈川科学技術アカデミー樋口プロジェクト報告書」（1997 年）に記されているような弾性表面波モータとして、ニオブ酸リチウム基板上に弾性表面波（SAW）を発生させ、磁石で荷重をかけたスチールボールを高速で移動出来ることが報告されている。これらは、従来の超音波モータに比べてはるかに高い周波数で駆動することにより固定子と移動子の接触回数を増加させたものである。しかし高周波駆動では波の振幅が非常に小さくなる。この問題を解決するために移動体に小さな球を用い、固定子となる基板との接触面積を減少させることで僅かな高さの弾性表面波振幅による移動を可能としたものである。また永久磁石による磁力を利用してプレロードをかけることで構造を簡略化している。そして駆動方向を一方向、すなわちリニア

駆動にするために前記報告書では、幅 5mm の永久磁石を磁気ガイドとして用いている。また支点を中心として円弧を描く動きや、ベアリングによるリニア駆動ガイドを用いる方法、さらには 2 枚の基板を組み合わせた V 溝ガイドを用いることが紹介されている。

【0004】また、MEMS 98「SURFACE ACOUSTIC WAVE LINEAR MOTOR USING SILICONSILIDER」アブストラクト 390 ページには移動子としてシリコンを微細加工し凸部を設けたことで球移動子に比べて優れた駆動特性が得られることが報告されている。

【0005】図 7 及び図 8 は従来の弾性表面波アクチュエータの 1 例であり、これらの図において、1 は圧電基板であり、この主面（上面）の両端部に図 8 の如く櫛形電極（IDT）2A、2B をそれぞれ形成してある。圧電基板 1 の主面上には移動子としての鉄球 3 が載置され、圧電基板 1 の裏面（下面）にリニアガイドとしての長尺板状の永久磁石 4 が固定配置されている。なお、鉄球 3 は直径 1mm、永久磁石 4 の幅は 5mm とした。

【0006】図 8 の一方の櫛形電極 2A に高周波電圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源としたとき、移動子としての鉄球 3 は長尺板状の永久磁石 4 の配置方向に沿って矢印 A の方向（基板長手方向となる Y 方向）に進行する。反対側の櫛形電極 2B に電圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源としたとき、移動子としての鉄球 3 の進行方向は逆向きとなる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図 7 に示すように移動子を 1mm ϕ の鉄球 3 とし、リニアガイドを幅 5mm の永久磁石 4 で構成したような場合には、永久磁石の磁界分布から圧電基板 1 の主面上に 1 つの安定領域は存在せず、鉄球 3 は主面上の位置 B1 又は B2 で安定する。このため基板幅方向である X 方向にぶれやすい不安定な駆動しか達成出来なかった。また移動したい長さを共有する大きな（長尺の）永久磁石 4 を用いることから高価であった。

【0008】また、支点を中心に円弧を描く機構やベアリングによるリニア駆動ガイドは、その基本的な機構を作製するための機械的な加工精度に限界があるとともに、速やかな駆動は困難であった。

【0009】さらに、2 枚の圧電基板を用いる機構は、もちろん高価なものであった。

【0010】本発明は、このような事情からなされたものであり、リニア駆動特性、すなわち移動の直線性に優れた安価な弾性表面波アクチュエータを提供することを目的とする。

【0011】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、圧電体の主面に形成された櫛形電極に電

圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源とする弾性表面波アクチュエータにおいて、前記主面に接触する移動子が永久磁石を有し、前記主面の反対面となる前記圧電体の裏面側に、前記永久磁石との間で磁気吸引力を発生する軟磁性体リニア駆動ガイドを配設したことを特徴としている。

【0013】前記移動子が軟磁性体からなるシールド構造体を有する構成にするとよい。

【0014】前記シールド構造体と前記リニア駆動ガイドが、共に磁気ヨークとして作用する少なくとも2列の平行ガイド部を有する構成であってもよい。

【0015】前記シールド構造体が、移動方向の長さLと移動方向に直交する幅Wとの比、 L/W が0.5以上の磁気ヨークを構成していることが望ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る弾性表面波アクチュエータの実施の形態を図面に従って説明する。

【0017】図1は本発明の第1の実施の形態を示す斜視図、図2は横断面図、図3は図2の断面図における磁束の流れを示す。これらの図において、1は圧電体としての圧電基板であり、この主面（上面）の両端部に櫛形電極（IDT）2A、2Bをそれぞれ形成してあり、櫛形電極2A、2Bの一方に高周波電源より電圧を印加することで圧電基板1上に弾性表面波を発生させるようになっている。櫛形電極で発生した弾性表面波は基板長手方向であるY方向に進行する。そして、圧電基板1の主面上に載置されていて、弾性表面波の進行路の上にある移動子10を駆動する。

【0018】移動子10は弾性表面波駆動面、つまり前記主面と接触するための微細な凸部を多数有する移動子基板11と永久磁石12そして磁気シールド構造体を兼ねた軟磁性体のコ字型磁気ヨーク13とからなっており、これらは相互に一体化されている。コ字型磁気ヨーク13は永久磁石12の上面と両端面を覆う配置であり、移動子基板11上に配置固定されている。

【0019】そして、圧電基板1の主面の反対面である裏面側には軟磁性体のリニア駆動ガイドとして図4のコ字型の磁気ガイド20が配設されている。ここで、図2に示すようにコ字型磁気ヨーク13及びコ字型の磁気ガイド20は共に磁気ヨークとして作用する2列の平行ガイド部を有する形状であり、2列の平行ガイド部の対向面、すなわち磁気ヨーク13及び磁気ガイド20の対向面13a、20a同士はY方向の長さ寸法を除いて完全に合致している（対向する先端面の幅及び配列間隔が一致している）ことが望ましい。これらのコ字型磁気ヨーク13及びコ字型の磁気ガイド20は圧電基板1を挟んで互いに向かい合う形で設置される。

【0020】その結果、図3に示すように左右端面に磁極を有する永久磁石12のN極からの磁束は、磁気ヨーク13を通り、磁気ガイド20を通過して、そして再び

磁気ヨーク13を通して永久磁石12のS極に至る。このため磁気ヨーク13と磁気ガイド20とが対向する主面上の位置C1、C2において磁束が集中し、強い吸引力となり移動子10は圧電基板1に押し付けられる。かつ駆動される際には位置C1、C2が線状磁氣的ガイド領域となるため圧電基板1幅方向であるX方向へのぶれが小さくなる。さらに永久磁石12からの磁束は図3のように閉磁路を形成しているために外部に漏れにくい。

【0021】移動子10に設けられる磁気ヨーク13は、移動方向の長さLと移動方向に直交する幅Wとの比、 L/W が0.5以上であり、さらに L/W が1以上であることが好ましい。 L/W が0.5未満ではリニア駆動性が悪くなる。 L/W の上限値に特に制限はないが移動子の小型化を考慮して10以下が好ましい。

【0022】この第1の実施の形態において、図1の一方の櫛形電極2Aに高周波電圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源としたとき、移動子10はコ字型の磁気ガイド20の配置方向に沿って矢印Dの方向（基板長手方向となるY方向）に進行する。このとき、図3で説明したように主面上の位置C1、C2において磁束が集中して磁気吸引力が最大となり、つまりコ字型磁気ヨーク13とコ字型の磁気ガイド20とが正対向しているときに磁気吸引力が最大で安定し、圧電基板1の幅方向であるX方向に位置ずれが生じて元に戻す働きがあるため、リニア駆動性は図7の従来装置に比較して大幅に向上することになる。なお、反対側の櫛形電極2Bに電圧を印加することで発生する弾性表面波を駆動源としたとき、移動子10の進行方向は逆向きとなる。

【0023】この第1の実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0024】(1) 移動子10側に永久磁石12及びコ字型磁気ヨーク13を設け、リニア駆動ガイドとしてコ字型の磁気ガイド20を圧電基板1を挟んで対向配置したので、安定した軌跡を描くリニア駆動が実現可能である。すなわち駆動方向、Y方向に対し面内直角方向、X方向のぶれの少ない駆動となる。

【0025】(2) 永久磁石12は移動子10の一部であるために小型のもので良く、安価である。圧電基板1裏面に設けられる軟磁性体のコ字型の磁気ガイド20は永久磁石に比べると遥かに安価で加工性にも優れている。軟磁性体としては公知の各種材料、例えばパーマロイ、フェライト、ステンレス等を用いることが出来る。

【0026】(3) 永久磁石12を用いているが、軟磁性体のコ字型磁気ヨーク13で磁気シールドされた構造となり、外部への磁束の漏れが小さいために多くの用途に適用可能となる。例えば、各種の精密位置決め機構、特に磁気ディスク、光ディスク等の記録再生用ヘッドのトラック方向位置決めを行うマイクロアクチュエータ等に使用可能である。

【0027】図5は本発明の第2の実施の形態を示す。

この場合、移動子30は、圧電基板1の弾性表面波駆動面、つまり主面と接触するための微細な凸部を多数有する移動子基板31と、上下端面に磁極を持つ永久磁石32と、磁気シールド構造体を兼ねた軟磁性体のコ字型磁気ヨーク33と、永久磁石32の下端面と移動子基板31間に配置固定された軟磁性体の中央板状磁気ヨーク34とからなっており、これらは相互に一体化されている。コ字型磁気ヨーク33は永久磁石32の上面と両端面を覆う配置であり、移動子基板31上に載置固定されている。

【0028】そして、圧電基板1の主面の反対面である裏面側には軟磁性体のリニア駆動ガイドとしてE型の磁気ガイド40が配設されている。

【0029】図5に示すように、移動子30側のコ字型磁気ヨーク33及び中央板状磁気ヨーク34の組と、E字型の磁気ガイド20とは共に磁気ヨークとして作用する3列の平行ガイド部を有する形状であり、3列の平行ガイド部の対向面、すなわち移動子側磁気ヨーク33、34及び磁気ガイド40の対向面同士はY方向（圧電基板長手方向）の長さ寸法を除いて完全に合致している（対向する先端面の幅及び配列間隔が一致している）ことが望ましい。これらの移動子側磁気ヨーク33、34及び磁気ガイド40は圧電基板1を挟んで互いに向かい合う形で設置される。

【0030】この第2の実施の形態においては、移動子側磁気ヨーク33、34及び磁気ガイド40が共に磁気ヨークとして作用する3列の平行ガイド部を構成しており、圧電基板1の幅方向であるX方向へのぶれの小さな直進性の良好な移動子30の駆動が可能となる。その他の構成、作用効果は前述した第1の実施の形態と同様である。

【0031】図6は本発明の第3の実施の形態を示す。この場合、移動子50は、圧電基板1の弾性表面波駆動面、つまり主面と接触するための微細な凸部を多数有する移動子基板51と、この移動子基板51上に固定された上下端面に磁極を持つ永久磁石52とからなっている。

【0032】そして、圧電基板1の主面の反対面である裏面側には軟磁性体のリニア駆動ガイドとして直線板状磁気ガイド60が配設されている。

【0033】この第3の実施の形態では、直線板状磁気ガイド60は1列のガイド部を構成していると考えることができ、永久磁石52と直線板状磁気ガイド60の対向面同士は幅が一致していることが望ましく、移動子側永久磁石52と磁気ガイド60は圧電基板1を挟んで互いに向かい合う形で設置される。

【0034】この第3の実施の形態では、圧電基板1の主面上に移動子50の安定領域が1つ存在するから、つまり永久磁石52の磁極面と磁気ガイド60の対向面とがX方向の位置ずれ無く正対向するときに吸引力は最大となるため、圧電基板1の幅方向であるX方向へのぶれの比較

的小さな移動子50の駆動が可能となる。また、移動子50及び磁気ガイド60の構成も極めて簡素で、安価となる。その他の構成は前述した第1の実施の形態と同様である。

【0035】なお、図5では3列の平行ガイド部を構成する磁気ヨークを例示したが、さらに多くの列の平行ガイド部を設けることも可能である。但し、移動子の小型化が実現困難となるため、最大でも10列程度が好ましい。

10 【0036】また、移動子は圧電体（圧電基板）の上面に設置し、リニア磁気ガイドは圧電体の下面に設置したように図示したが、この状態から圧電体ごと傾けたり、上下を逆にして設置したり、あるいは移動子の移動方向が上下方向となるように圧電体の設置面を変化させることも可能である。

【0037】本発明に用いる圧電体としては、従来弾性表面波フィルタ用基板として知られている LiNbO_3 （以下LN）、 LiTaO_3 、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ 、PZT、 ZnO 、 CdS 、 Li_2GeO_3 、水晶等の単結晶材料を用いることが可能である。

20 【0038】櫛形電極（IDT）材料として薄膜金属を用いる場合には、アルミニウム、アルミニウム銅合金、クロム金合金、チタン金合金が用いられる。この金属薄膜のパターンニングはフォトリソグラフィ手法によりレジストマスクを形成した後、不要部分をエッチングすることで容易に形成できる。

30 【0039】移動子の駆動面は微細な弾性表面波の振幅に対応するために、微細な凸部を有することが好ましい。すなわち多数の球体を貼り付けたり、シリコンにより形成された針状の突起を有する構造体とすることである。このシリコンによる針状突起はシリコン基板にフォトリソグラフィ手法により保護マスクを形成した後にエッチング処理を行うことで得ることが出来る。

【0040】

【実施例】以下に本発明の実施例を示し、詳細に説明する。

【0041】実施例1

3インチ径、厚さ1mmのLN基板を用い、この上に蒸着法によりアルミニウムを1800オングストロームの厚さで全面に成膜した。その後、ヘキスト社ポジ型フォトリソグラフィ（AZタイプ）を用いてレジストミリングカバーマスクを形成した。さらにイオンミリング装置により不要部分のアルミニウムを除去した後、レジスト剥離を行い所定の櫛形電極を基板上に形成した。櫛形電極のパターンは電極幅100 μm 、ピッチ400 μm 、電極交差幅が8mmで電極本数40本とし、2本の電極間の距離は5/4波長とした。すなわち本アクチュエータは波長400 μm 、駆動周波数10MHzの設計である。

50 【0042】移動子のLN基板と接触する面としては厚さ0.5mmのシリコン基板をフォトリソグラフィにより直径

30 μm の円を90個/ mm^2 の密度でパターンニングを施した後に、このパターンニング部分以外を反応性ガス中でドライエッチング処理を行った。レジスト剥離後には円形突起の高さは約5 μm であった。このシリコン基板を4mm角とし、着磁済みの長さ5mm×幅2mm×厚さ2mmのNdFeB永久磁石に貼り付けた。さらに、PCパーマロイ厚さ1mmの板をコ字型に加工し内寸2mm×5mmとし、永久磁石にかぶせる形の磁気シールド兼磁気ヨークとして固定した。すなわち、図1、図2で説明した移動子10の構造とし、磁気ヨークの移動方向の長さL=5mm、移動方向に直交する幅W=4mmで、L/W=1.25である。また、平行ガイド部をなす先端部の厚みT=1mmである。

【0043】磁気ガイドには移動子と同じPCパーマロイ板を図4のようにコ字型に加工したものを用いた。この磁気ガイドをLN基板裏面に固定した。移動子をLN基板上に設置すると、永久磁石とLN基板背面に設けた磁気ガイド間に吸引力が働き自動的に保持された。なお、磁気ガイド全長Lg=30mm、高さHg=4mm、幅Wg=4mm、各平行ガイド部の厚みTg=1mmであり、磁気ヨーク及び磁気ガイドの対向面同士はY方向の長さ寸法を除いて完全に合致している（対向する先端面の幅及び配列間隔が一致している。）。

【0044】上記の状態で楕形電極に駆動周波数10MHz、電圧100Vで10msの間、駆動させ移動量M（Y方向）とX方向の最大ぶれ量dを測定し、さらに規格化したぶれ量 $D = (d/M) \times 100 (\%)$ を求めた。その結果、M=22.36mm、D=0.02%であった。また移動子最上面から1mmの距離での磁界強度は20eであった。

【0045】さらに、Lを変化させL/W=0.2の移動子を用いた場合にはM=3.32mm、D=0.24%で、移動子最上面から1mmの距離での磁界強度は1.30eであった。

【0046】実施例2

次に、実施例2として同様の処理を施したLN基板背面に幅2mmのPCパーマロイ板を磁気ガイドとして設け、着磁済みの長さ2mm×幅2mm×厚さ2mmのNdFeB永久磁石に直径1mmの鉄球を4個貼り付け駆動させた（図6に近い構造とした）。この場合、M=1.34mm、D=0.23%であった。また移動子最上面から1mmの距離での磁界強度は7500eであった。

【0047】比較例

比較のために同様の処理を施したLN基板背面に幅5mmの永久磁石を磁気ガイドとして設け、直径1mmの鉄球を駆動させた（図7の構造とした）。この場合、M=0.84mm、D=1.46%であった。さらに、この場合は数回の駆動を繰り返すとD>10%となる場合があった。また移動子最上面から1mmの距離での磁界強度は4500eであった。

【0048】以上の各実施例及び比較例の結果から本発明の効果は明確である。

【0049】以上本発明の実施の形態及び実施例について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なることは当業者には自明であろう。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、簡単で安価な構造で、リニア駆動特性が良好で位置決め精度が高く、かつ耐久性に優れた実際に駆動可能な弾性表面波アクチュエータを実現できる。また、形状も小型にすることが可能であり、高トルクでかつ高速移動が可能で位置決め精度の優れたマイクロアクチュエータを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る弾性表面波アクチュエータの第1の実施の形態を示す斜視図である。

【図2】同正断面図である。

【図3】磁束の流れを説明する正断面図である。

【図4】第1の実施の形態で用いる磁気ガイドの斜視図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態を示す正断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態を示す正断面図である。

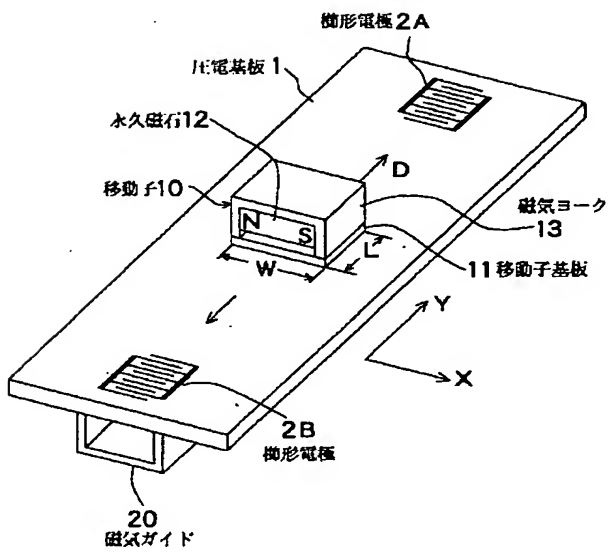
【図7】従来の弾性表面波アクチュエータの正断面図である。

【図8】同平面図である。

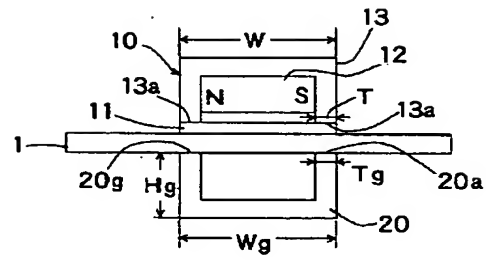
【符号の説明】

- 1 圧電基板
- 2A, 2B 楕型電極
- 10, 30, 50 移動子
- 11, 31, 51 移動子基板
- 12, 32, 52 永久磁石
- 13, 33, 34 磁気ヨーク
- 20, 40, 60 磁気ガイド

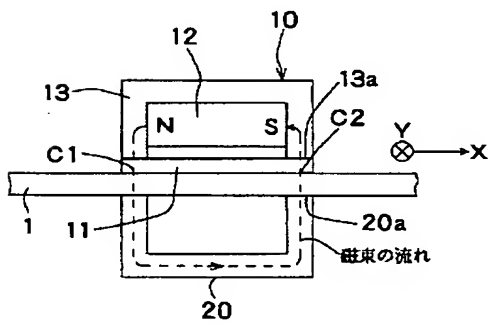
【図 1】



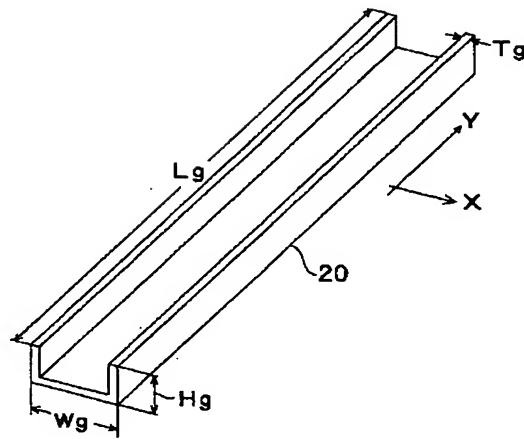
【図 2】



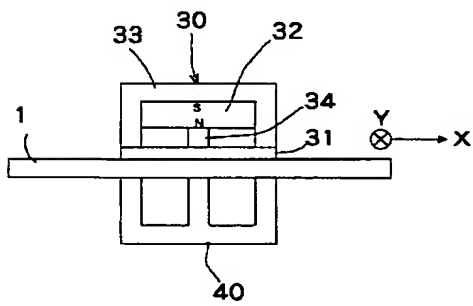
【図 3】



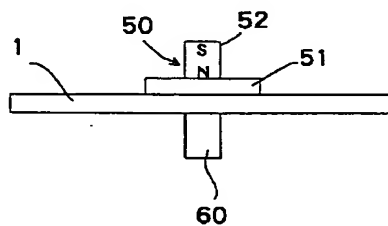
【図 4】



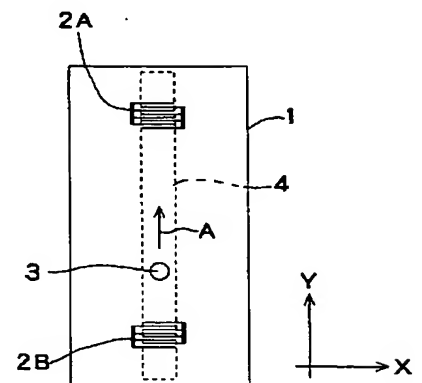
【図 5】



【図 6】



【図 8】



【図 7】

